

Implementarea în spațiul stărilor a filtrelor digitale IIR

Laborator 7, PSS

Obiectiv

Familiarizarea studenților cu formele de implementare tip în spațiul stărilor a filtrelor IIR.

Noțiuni teoretice

Exerciții

1. Fie sistemul IIR cu funcția de sistem

$$H(z) = \frac{1 + 2z^{-1} + 3z^{-2} + 2z^{-3}}{1 + 0.9z^{-1} + 0.8z^{-2} + 0.5z^{-3}}$$

- a. Să se implementeze sistemul în spațiul stărilor tip I și tip II.
- b. Calculați primele 5 valori ale răspunsului la treaptă, pentru condițiile inițiale

$$v[0] = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

2. Fie sistemul descris în spațiul stărilor de următoarele ecuații:

$$v[n+1] = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -0.81 & 1 \end{bmatrix} v[n] + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} x[n]$$
$$y[n] = \begin{bmatrix} -1.81 & 1 \end{bmatrix} v[n] + x[n]$$

- a. Determinați funcția de transfer a circuitului
- b. Calculați primele 5 valori ale răspunsului la treaptă, pentru condițiile inițiale

$$v[0] = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

- c. Reprezentați implementarea în spațiul stărilor (I și II) și în forma directă II.
3. În Octave, utilizați funcția `ellip()` pentru a proiecta unul din filtrele următoare:
- Un filtru trece-jos IIR de ordin 4, cu frecvența de tăiere de 3kHz la o frecvență de eșantionare de 8kHz;
 - Un filtru trece-sus IIR de ordin 4, cu frecvența de tăiere de 1kHz la o frecvență de eșantionare de 8kHz;
 - Un filtru trece-bandă IIR de ordin 4, cu banda de trecere între 700Hz și 3kHz la o frecvență de eșantionare de 8kHz;
 - Un filtru oprește-bandă IIR de ordin 4, cu banda de oprire între 1kHz și 3kHz la o frecvență de eșantionare de 8kHz.

Numiți vectorii de coeficienți **b** și **a**.

4. În Octave, implementați o funcție `filter_stsp(b, a, x)` pentru a filtra un semnal **x** cu un filtru definit de coeficienții **b** and **a**. Implementarea va utiliza ecuațiile matriciale ale implementării în spațiul stărilor de tip I.
5. Utilizați funcția de mai sus pentru a filtra un semnal audio **Sample.wav**.
- Încărcați fișierul folosind `audioread()`;
 - Filtrați semnalul cu funcția `filter_stsp()` și afișați/redați semnalul obținut.

Întrebări finale

- TBD